



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN FISILOGI ISOLATE CENDAWAN *Metarhizium* SPP DARI BEBERAPA RHIZOSFIR TANAMAN

SKRIPSI



**VIVI WAHYUNI WULANDARI
06116031**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

**KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN FISILOGI
ISOLAT CENDAWAN *Metarhizium* spp DARI BEBERAPA
RHIZOSFIR TANAMAN**

OLEH

**VIVI WAHYUNI WULANDARI
06 116 031**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

**KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN FISILOGI
ISOLAT CENDAWAN *Metarhizium* spp DARI BEBERAPA
RHIZOSFIR TANAMAN**

OLEH

**VIVI WAHYUNI WULANDARI
06 116 031**

SKRIPSI

**SEBAGAI SALAH SATU SYARAT
UNTUK MEMPEROLEH GELAR
SARJANA PERTANIAN**

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

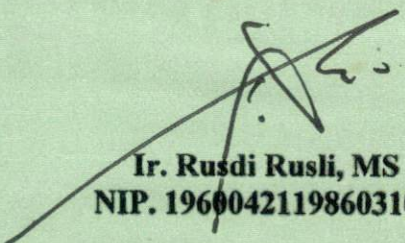
**KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN FISILOGI
ISOLAT CENDAWAN *Metarhizium* spp DARI BEBERAPA
RHIZOSFIR TANAMAN**

OLEH


**VIVI WAHYUNI WULANDARI
06 116 031**

MENYETUJUI :

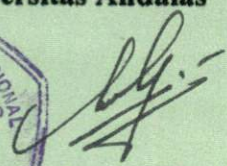
Dosen Pembimbing I


**Ir. Rusdi Rusli, MS
NIP. 196004211986031002**

Dosen Pembimbing II



**Dr. Ir. Trizelia, MSi
NIP. 196412241989032004**

**Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas**


**Prof. Ir. Ardi, MSc
NIP. 195312161980031004**

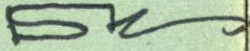
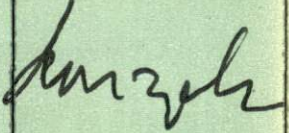
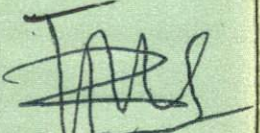
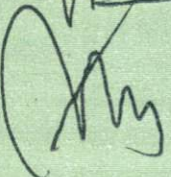
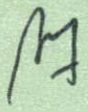


**Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan**


**Prof. Dr. Ir. Trimurti Habazar
NIP. 195108251978022001**



Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana
Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, pada tanggal 5 Januari 2011

No	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Dr. Ir. Nurbailis, MS		Ketua
2.	Dr. Ir. Reflinaldon, MSi		Sekretaris
3.	Ir. Martinius, MS		Anggota
4.	Dr. Ir. Munzir Busniah, MSi		Anggota
5.	Dr. Ir. Novri Nelly, MP		Anggota



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Janganlah kamu bersikap lemah, dan janganlah (Pula) kamu bersedih hati, padahal kamulah orang-orang yang paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang-orang yang beriman
(Q.S. Al-i Imran: 139)

Sujud Syukurku kepada Mu Yang Maha Pengasih dan Penyayang atas limpahan Rahmat dan Karunia yang Engkau berikan kepadaku. Terimakasih buat kedua orang tuaku, Ayah dan Ibu tercinta sungguh tiada artinya semua ini tanpa motivasi, nasehat, semangat, dan doa yang mengalir tulus dari dalam kalbumu, ini lah yang bisa aku berikan untuk mendapatkan segaris senyum di bibirmu, menghapus dukamu, dan pelipur laramu. Buat adekku "Titin dan Irfan" tetap semangat belajar, semoga kita bisa jadi kebanggaan buat keluarga, amin.

Terimakasih Buat Om Pardede n Tante Erna, Om Rudi n Tante Ida, Om Leman n Tante Ican, Kak Ika, Kak Mbot, dan Kak Adi (Keonk) makasih dah nemanin Vi2 disaat Vi2 butuh hiburan, dan seluruh keluarga besar (Terimakasih atas dukungan, doa, n semangatnya).

Buat kedua pembimbing Pak Rusdi n Buk Eli makasih sudah membimbing vi2, memberikan ilmu dan pengalaman selama di kampus, dan buat Bapak n Ibu dosen terimakasih atas bimbingan n ilmu yang diberikan selama ini semoga bisa diterapkan dalam kehidupan bermasyarakat.

"To accomplish great things, we must not only act, but also dream; not only plan, but also believe"
(Anatole France)

Untuk teman-temanku Dessy, Diah, Shinta, Afni dan Dewi (butet) makasih atas kerja sama nya di labor. Makasih jg buat para jamur mania: Wiwi, Novi, Indra. Tmn2 d lab bakteri Icha, Afdhal, Dewi (vounyah), Inur, n Andi moga sukses. Tmn2 d lab ento Chiko (makasih buat "semua"nya.... True love is love which only for two person, and no place for the third person), Isun, Chika, Tuti, Yandri, Bayu, Rikky, Arie, Qorry, yono, n Marina. Dan buat tmn2 HPT 06 lainnya tetap semangat n moga sukses.
I will always miss You.

Makasih juga buat Abang² n kakak² HPT, 04, 05. Buat Bg Ari, Bg Andi, Bg Amaik, Kak Isil (Makasih dah nemanin vi2 sore2 d kampus), Kak Petrina, Kak Wenni, Kak Meli.. Makasih juga buat Adek² HPT 07 tetap semangat n jangan menyerah.

Untuk mawaddah kpst, Kak Ika (makasih saran n ilmunya), Itoet, Vivin, Fanny, Mila, Nike, Tika, Kak Very, Ririe, Tory, makasih buat doa, semangat, n galak² paniang nyo.
Buat Laskar Obay : Nana, Iis, Iyek, dll
I will always remember you guys

Yang membentuk kepribadian kita adalah apa yang kita lakukan berulang kali. Karena itu, kesempurnaan tidaklah dicapai dengan sebuah tindakan sekali saja, tetapi oleh serangkaian kebiasaan baik yang kita lakukan berulang kali
(A ristotle)

Cinta sejati adalah ketika dia mencintai orang lain, dan kamu masih mampu tersenyum, sambil berkata: aku turut bahagia untukmu
Mosoriaga Bankai

BIODATA

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 9 Juni 1988 yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan M. Nur dan Suparni. Penulis menempuh pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) di TK Ibu Tapian Nauli Sibolga (1992-1994). Sekolah Dasar (SD) ditempuh di SD Sibolga (1994-1997) dan SD Pandan (1997-2000). Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di tempuh di SLTP AL-Muslimin Pandan (2000-2003), Kemudian dilanjutkan ke Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Matauli Pandan (2003-2006). Tahun 2006 di terima di Universitas Andalas Fakultas Pertanian Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Padang, 5 Januari 2011

Vivi Wahyuni Wulandari

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Isolat Cendawan *Metarhizium* spp Dari Beberapa Rhizosfir Tanaman” dari mata kuliah Pengendalian Hayati.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setulusnya kepada Bapak Ir. Rusdi Rusli, MS selaku pembimbing I dan Ibu Dr. Ir. Trizelia, MSi selaku pembimbing II yang telah banyak membantu, memberi petunjuk, saran-saran, dan pengarahan dari penyusunan proposal, saat penelitian sampai pada penyusunan skripsi. Semoga mendapat pahala dari Allah SWT, Amin. Selanjutnya ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Sekretaris Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, staf pengajar, para karyawan administrasi dan rekan-rekan di Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang.

Ucapan terkhusus penulis sampaikan kepada orang tua dan saudara yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungan kepada penulis. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu pertanian khususnya.

Padang, Januari 2011

V.W.W

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
I. PENDAHULUAN.....	1
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
III. BAHAN DAN METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat	8
3.2 Bahan dan Alat	8
3.3 Rancangan Penelitian	8
3.4 Pelaksanaan	9
3.5 Pengamatan	12
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 Hasil	15
4.2 Pembahasan.....	21
V. KESIMPULAN	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	30

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perkiraan Ketebalan Koloni.....	12
2. Karakterisasi morfologi isolat <i>Metarhizium</i> spp dari beberapa rhizosfir tanaman pada hari ke-16 setelah inkubasi.	15
3. Diameter koloni isolat <i>Metarhizium</i> spp dari beberapa rhizosfir tanaman pada hari ke-16 setelah inkubasi	17
4. Daya kecambah konidia isolat <i>Metarhizium</i> spp dari beberapa rhizosfir tanaman 18 jam setelah inkubasi	18
5. Produksi konidia 15 hari setelah inkubasi	19
6. Daya kecambah konidia isolat <i>Metarhizium</i> spp pada berbagai variasi waktu pemaparan sinar UV-C	20
7. Daya kecambah konidia isolat <i>Metarhizium</i> spp pada berbagai perlakuan suhu.....	20

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bentuk mikroskopis cendawan <i>Metarhizium</i> spp.....	10
2. Kriteria ketebalan koloni umur 16 hari setelah inkubasi.....	13
3. Morfologi isolat <i>Metarhizium</i> spp dari beberapa rhizosfir tanaman 16 hari setelah inkubasi	16
4. Grafik diameter pertumbuhan koloni isolat <i>Metarhizium</i> spp dari beberapa rhizosfir tanaman	17
5. Perkecambahan konidia <i>Metarhizium</i> spp 18 jam setelah inkubasi	18

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Jadwal kegiatan penelitian	30
2. Denah Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium Menurut RAL.....	31
3. Pembuatan Media SDAY	32
4. Tabel Sidik Ragam	33

KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN FISILOGI ISOLAT CENDAWAN *Metarhizium* spp DARI BEBERAPA RHIZOSFIR TANAMAN

ABSTRAK

Penelitian tentang Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Isolat Cendawan *Metarhizium* spp Dari Beberapa Rhizosfir Tanaman telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang dari bulan April sampai Juli 2010. Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik morfologi dan fisiologi dari isolat cendawan *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan adalah isolat *Metarhizium* spp yang berasal dari rhizosfir tanaman bawang daun, bawang merah, kubis dan cabai. Karakter morfologi masing-masing isolat yang diamati adalah warna koloni, arah pertumbuhan koloni, bentuk koloni, ketebalan koloni, dan pertumbuhan koloni. Karakter fisiologi yang diamati adalah daya kecambah konidia, produksi konidia, sensitivitas konidia terhadap UV dan suhu. Hasil penelitian karakter morfologi menunjukkan bahwa warna koloni dan ketebalan koloni bervariasi antar isolat *Metarhizium* spp akan tetapi untuk arah pertumbuhan koloni, bentuk koloni, dan pertumbuhan koloni tidak bervariasi. Karakter fisiologi seperti daya kecambah konidia dan produksi konidia antar isolat *Metarhizium* spp bervariasi. Faktor lingkungan seperti suhu dan sinar UV sangat berpengaruh terhadap daya kecambah konidia, semakin lama waktu penyinaran UV dan semakin besar suhu perlakuan, maka semakin sedikit pula kemampuan jamur untuk berkecambah.

MORPHOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Metarhizium* spp ISOLATES FROM PLANT/CROP RHIZOSPHERES

ABSTRACT

Study on morphological and physiological characterization of *Metarhizium* spp isolates from crop rhizospheres was conducted in the Biological Control Laboratory of Plant Pests and Disease Department Faculty of Agriculture, Andalas University, from April to July 2010. The purpose of research was to study morphological and physiological characteristics of *Metarhizium* spp isolates from crop rhizospheres. The research was designed in a Completely Randomized Design (CRD) with 4 treatments and 3 replications. The treatments were *Metarhizium* spp isolates from rhizosphere of leek, onion, cabbage, and red chili. Morphological characteristics of isolates observed were color, growth, shape, and thickness of the colonies. Physiological characteristics examined were germination, production, and sensitivity of conidia to UV and temperature. The results showed that morphological characteristics of color and thickness of the colonies varied whereas the direction of colony growth, shape and growth of colonies did not vary. Physiological characteristics like germination and production of conidia among isolates varied. Environmental factors like temperature and UV light affected to the conidia germination, the longer time of UV radiation and the greater the temperature, the less well as the ability of fungi to germinate.

I. PENDAHULUAN

Komponen pengendalian dalam konsep PHT yang dapat memperkuat keseimbangan agroekosistem adalah dengan pengendalian hayati (Untung, 1993). Pengendalian hayati adalah penggunaan makhluk hidup untuk membatasi populasi organisme pengganggu tumbuhan (OPT). Makhluk hidup dalam kelompok ini diistilahkan juga sebagai organisme yang berguna yang dikenal juga sebagai musuh alami seperti predator, parasitoid, patogen (Habazar dan Yaherwandi, 2006). Salah satu jenis patogen yang dapat digunakan sebagai agen hayati adalah cendawan entomopatogen. Pengendalian dengan menggunakan cendawan entomopatogen ini mempunyai beberapa keuntungan antara lain: (1) selektifitas tinggi, (2) organisme yang digunakan sudah tersedia di alam, (3) mempunyai kapasitas reproduksi yang tinggi, (4) siklus hidupnya pendek, (5) dapat membentuk spora yang tahan di alam walaupun dalam kondisi yang tidak menguntungkan, (6) relatif aman, (7) relatif mudah diproduksi, dan (8) sangat kecil kemungkinan terjadi resistensi (Prayogo *et al*, 2005 ; Untung, 1993).

Pengendalian hama dengan entomopatogen merupakan salah satu proses pemanfaatan patogen baik yang sudah ada di ekosistem setempat maupun dengan memasukkan entomopatogen ke dalam ekosistem dari luar melalui teknik inokulasi dan inundasi, serta diharapkan tidak menimbulkan guncangan dan reaksi balik dari ekosistem (Trizelia, 2005). Pemanfaatan patogen indigenus yang sudah ada di ekosistem setempat merupakan taktik pengendalian utama dalam PHT. Dari beberapa hasil penelitian, pemanfaatan agen pengendali hayati akan lebih berhasil yang indigenus dibanding introduksi maka diperlukan eksplorasi cendawan entomopatogen di rhizosfir tanaman.

Dari sekian banyak cendawan entomopatogen yang dikenal adalah *Nomuraea rileyi*, *Metarhizium anisopliae*, dan *Beauveria bassiana* (Untung, 1993). Salah satu agen hayati yang dimanfaatkan sebagai cendawan entomopatogen adalah cendawan *Metarhizium* spp. Cendawan entomopatogen ini mampu menginfeksi hama tanaman dari ordo Coleoptera, Isoptera, Homoptera, Hemiptera, dan Lepidoptera (Strack, 2003). *Metarhizium anisopliae* adalah salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina:

Hyphomycetes. Cendawan ini biasa disebut dengan *green muscard* tersebar luas di seluruh dunia (Prayogo *et al*, 2005).

Hasil penelitian Desyanti dan Zulyusri (2009) menunjukkan cendawan entomopatogen *Metarhizium roridum* merupakan sp yang paling efektif sebagai agens pengendalian rayap kayu kering dengan nilai LC_{50} paling rendah yaitu 0.1×10^6 konidia/ml dan Efektivitas *Metarhizium* spp dalam mengendalikan hama sangat dipengaruhi oleh jenis hama, stadia, konsentrasi, dan isolat.

Hasil penelitian Herawati (2009), menunjukkan bahwa isolat *Metarhizium* spp yang berasal dari rhizosfir beberapa tanaman memperlihatkan perbedaan yang berbeda dalam menginfeksi larva *Crocidolomia pavonana*. Isolat *Metarhizium* spp yang diisolasi dari rhizosfir tanaman kubis lebih efektif terhadap *C. pavonana* dibandingkan dengan isolat yang diisolasi dari rhizosfir wortel, bawang merah, dan bawang daun. Perbedaan mortalitas ini disebabkan adanya perbedaan karakteristik morfologi dan fisiologi antar isolat. Karakteristik koloni, ketebalan koloni, daya kecambah konidia, dan sporulasi. Perbedaan karakteristik morfologi dan fisiologi isolat *Metarhizium* spp yang diisolasi dari rhizosfir tanaman kubis terhadap *C. pavonana* belum diketahui. Isolat *Nomuraea rileyi*, perbedaan isolat memperlihatkan perbedaan karakteristik fisiologi seperti daya kecambah konidia, sporulasi, dan aktivitas yang mempengaruhi patogenesisnya terhadap *Helicoverpa armigera* dan *Spodoptera litura* (Devi *et al*, 2003). Hasil penelitian Tangthirasu (2003) beberapa isolat *Metarhizium anisopliae* dari Thailand menunjukkan perbedaan morfologi antar isolat khususnya warna koloni.

Berdasarkan permasalahan dan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Karakterisasi Morfologi dan Fisiologi Cendawan *Metarhizium* spp Dari Rhizosfir Beberapa Tanaman**”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik morfologi dan fisiologi *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Metarhizium* spp

Cendawan entomopatogen adalah jenis cendawan yang berasosiasi dengan serangga dan arthropoda lainnya yang dapat menyebabkan sakit dan kematian pada serangga. Cendawan jenis ini umumnya bersifat sebagai parasit obligat dan fakultatif. Keanekaragaman jenis cendawan entomopatogen sangat luas dan adanya keragaman antar spesies ditunjukkan oleh adanya perbedaan patogenesitas (Trizelia, 2005).

Salah satu jenis patogen yang dapat digunakan sebagai agen hayati adalah cendawan entomopatogen (Prayogo *et al*, 2005). Saat ini dikenal lebih dari 750 spesies cendawan entopatogenik dari sekitar 100 genera cendawan (Untung, 1993). Tanada dan Kaya (1993) telah mendata spesies cendawan entomopatogen yang terdapat di dalam 8 kelas, 13 ordo, dan 57 genus (Habazar dan Yaherwandi, 2006).

2.1.1 Karakteristik Morfologi

Metarhizium adalah salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina: Hyphomycetes. Cendawan ini biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar luas di seluruh dunia (Strack, 2003). Miselium bersekat, diameter 1,98-2,97 μm , konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Konidia bersel satu berwarna hialin, berbentuk bulat silinder dengan ukuran 9,94 x 3,96 μm . Pada awal pertumbuhan koloni cendawan ini berwarna putih, kemudian akan berubah menjadi warna hijau gelap saat konidia matang dan dilanjutkan dengan pembentukan spora. Spora yang berwarna hijau ini yang memberi istilah *green muscardine fungus* pada *M. anisopliae* (Tanada dan Kaya, 1993). Koloni cendawan pada awalnya miselium putih atau krem, menjadi warna kuning, hijau/kuning dan warna hijau tua selama sporulasi. Koloni dapat tumbuh pada beberapa media seperti *potato dextrose agar* (PDA), jagung dan beras (Prayogo dan Tengkan, 2002).

Metarhizium spp biasanya ada dimana-mana di seluruh dunia dalam fase yang berbeda-beda, yaitu diantara fase saprofit tanah dan patogen pada serangga. *Metarhizium* spp (termasuk *M. anisopliae*, *M. album*, *M. flavoviride*, dan *M. brunneum*) secara umum mempunyai sasaran inang yang luas (Nugroho, 2007).

Dibawah kondisi alami, *Metarhizium* spp menghasilkan dua jenis spora. *Aerial conidia* yang dihasilkan pada phialid-phialid selama fase saprofitik atau pada inang yang telah mati dan didefinisikan sebagai spora-spora aseksual yang dihasilkan pada sporogenous dan hifa khusus yang dikenal sebagai phialid. Tipe spora yang dihasilkan di hemolimfa serangga biasanya disebut “blastosprora” (Tarborsky, 1992). Konidia akan membentuk kecambah pada kelembapan di atas 90%, namun demikian Milner *et al.* (1997) melaporkan bahwa konidia akan berkecambah dengan baik dan patogenisitasnya meningkat bila kelembapan udara sangat tinggi hingga 100%.

2.1.2 Karakteristik Fisiologi

Kemampuan cendawan entomopatogen dalam mematikan serangga hama bervariasi dan sangat dipengaruhi oleh karakter genetik cendawan. Disamping adanya perbedaan genetik, perbedaan virulensi antar isolat juga dipengaruhi oleh adanya karakter fisiologi seperti daya kecambah konidia (Trizelia, 2005).

Menurut Jenkins *et al.* (1998) daya kecambah konidia merupakan salah satu kriteria dalam pemilihan isolat yang akan dikembangkan sebagai bioinsektisida dan daya kecambah konidia pada media SDA (*Sabauraud Dextrose Agar*) harus di atas 90%. Akan tetapi Kassa (2003) mengemukakan bahwa cendawan yang memiliki daya kecambah konidia di atas 80% telah memenuhi syarat untuk dikembangkan sebagai bioinsektisida.

Selain faktor daya kecambah konidia, kemampuan sporulasi atau produksi konidia juga dapat digunakan sebagai indikator isolat yang virulen. Isolat virulen memiliki kemampuan sporulasi yang lebih baik dengan isolat yang avirulen (Rusli dan Trielia, 2009). Hasil penelitian Devi *et al.* (2003) menunjukkan bahwa isolat yang virulen memiliki kemampuan sporulasi yang lebih tinggi dari pada isolat yang avirulen.

Faktor lingkungan seperti sinar UV dan suhu juga mempengaruhi fisiologi cendawan. Sinar UV merupakan salah satu sinar dengan daya radiasi yang dapat bersifat lethal bagi mikroorganisme. Sinar UV mempunyai panjang gelombang mulai 4 hingga 400 nm (Suwahyono *et al*, 2003). Menurut Yuen *et al*, (2002) sinar UV dapat dibagi menjadi 3 jenis yaitu : UV-A dengan panjang gelombang 320-400 nm, UV-B dengan panjang gelombang 280-320 nm dan UV-C dengan panjang gelombang dibawah 280 nm. Sinar UV dilaporkan juga berpengaruh buruk terhadap daya kecambah konidia. Trizelia (2005) melaporkan bahwa perkecambahan konidia dari 13 isolat *Beauveria bassiana* yang diperoleh dari inang dan lokasi yang berbeda menurun setelah dipapari sinar UV-C selama 15 dan 30 menit, bahkan aplikasi sinar UV selama 45 menit daya kecambah semua isolat hilang.

Kondisi lingkungan seperti suhu juga mempengaruhi perkecambahan konidia cendawan *Metarhizium* spp. Temperatur optimum untuk perkecambahan konidia adalah 25 – 30° C (Steinhaus, 1949). Walaupun beberapa laporan menyebutkan bahwa cendawan masih dapat tumbuh pada temperatur yang lebih dingin (Bidochka *et al*, 2000).

2.2. Mekanisme Infeksi

Tidak seperti kelompok patogen serangga lainnya dimana secara umum infeksi inang terjadi ketika propagul infeksiif dikonsumsi dan dicerna. Cendawan entomopatogen mampu menginvasi inangnya dengan penetrasi secara langsung melalui kutikula. Spora cendawan pertama menempel pada kutikula, kemudian jika kondisi lingkungan sesuai maka spora akan berkecambah, menembus kutikula inang dan masuk ke dalam *haemocoel*. Reproduksi cendawan terjadi di dalam *haemocoel* berisi penuh tubuh hifa, serangga inang biasanya mati dan cendawan patogen selanjutnya berkembang secara saprofit. Setelah tubuh serangga mati diisi oleh miselia, struktur / tubuh buah muncul dari bangkai serangga inang dan menghasilkan spora infeksiif (Habazar dan Yaherwandi, 2006).

Mekanisme infeksi cendawan ini menurut Ferron (1985) dapat digolongkan menjadi empat tahapan etiologi penyakit serangga yang disebabkan oleh cendawan. Tahap pertama adalah inokulasi, yaitu kontak antara propagul

cendawan dengan tubuh serangga. Propagul cendawan ini berupa konidia karena merupakan cendawan yang berkembang baik secara tidak sempurna. Dalam proses ini, senyawa mukopolisakarida memegang peranan penting. Tahap kedua adalah proses penempelan dan perkecambahan propagul cendawan pada integumen serangga. Kelembapan udara yang tinggi dan bahkan kadang-kadang air diperlukan untuk perkecambahan propagul cendawan. Cendawan pada tahap ini dapat memanfaatkan senyawa-senyawa yang terdapat pada integumen.

Tahap ketiga yaitu penetrasi dan invasi. Cendawan dalam melakukan penetrasi menembus integumen dapat membentuk tabung kecambah (*appressorium*) (Bidochka *et al*, 2000). Titik penetrasi sangat dipengaruhi oleh konfigurasi morfologi integumen. Penembusan dilakukan secara mekanis atau kimiawi dengan mengeluarkan enzim dan toksin. Tahap keempat yaitu destruksi pada titik penetrasi dan terbentuknya blastospora yang kemudian beredar ke dalam hemolimfa dan membentuk hifa sekunder untuk menyerang jaringan lainnya (Strack, 2003). Pada umumnya serangga sudah mati sebelum proliferasi blastospora. Enam senyawa enzim dikeluarkan oleh cendawan yaitu lipase, khitinase, amilase, proteinase, pospatase, dan esterase (Freimoser *et al*, 2003).

Serangga juga mengembangkan sistem pertahanan diri dengan cara fagositosis atau enkapsulasi dengan membentuk granuloma. Pada waktu serangga mati, fase perkembangan saprofit cendawan dimulai dengan penyerangan jaringan dan berakhir dengan pembentukan organ reproduksi. Pada umumnya semua jaringan dan cairan tubuh serangga habis digunakan oleh cendawan, sehingga serangga mati dengan tubuh yang mengeras seperti mumi. Pertumbuhan cendawan diikuti dengan pengeluaran pigmen atau toxin yang dapat melindungi serangga dari serangan mikroorganisme lain terutama bakteri. Tidak selalu cendawan tumbuh ke luar menembus integumen serangga. Apabila keadaan kurang mendukung, perkembangan saprofit hanya berlangsung di dalam jasad serangga tanpa ke luar menembus integumen. Dalam hal ini cendawan membentuk struktur khusus untuk dapat bertahan, yaitu *arthrospora* (Ferron, 1985).

Metabolit sekunder yang dihasilkan cendawan ini adalah mikotoksin yang disebut destruksin, yang merupakan siklopeptida dengan lima asam amino

(Brousseau *et al*, 1996). Kelompok depsipeptide ini disebut destruksin A,B,C,D, dan E. Destruksin berpengaruh terhadap organel sel target (mitokondria, retikulum endoplasma dan membran nukleus), menyebabkan paralysis sel. Selain itu juga berpengaruh terhadap kelainan fungsi lambung tengah, tubulus malfigi, hemosit dan jaringan otot larva (Tanada dan Kaya, 1993). Patogenisitas cendawan terhadap inang target akan meningkat bila kelembaban udara mencapai 100% (Milner *et al*, 1997 ; Prayogo *et al*, 2005).

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Pengendalian Hayati Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Andalas Padang, dimulai pada bulan April sampai Juli 2010. Jadwal Penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain larva *Tenebrio molitor*, biakan murni *Metarhizium* spp isolat dari rhizosfir tanaman cabai, kubis, bawang merah, dan bawang daun, medium SDAY (*Sabauraud dextrose agar + yeast extract*), alkohol 70 %, *Natrium hipoklorit* 1%, akuades, kertas, tissue, agistik dan kertas label.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotak plastik, stoples, timbangan analitik, mikroskop *stereobinokuler*, *haemocytometer*, *autoclave*, *laminar air flow*, *water bath*, objek glass, lampu bunsen, erlenmeyer, jarum ose, *cork borer*, tabung reaksi, aluminium foil, gunting, kertas label, pinset, batang pengaduk, gelas piala, gelas ukur 100 ml, pipet tetes, cawan petri, penggaris, dan kuas.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan tersebut adalah beberapa isolat cendawan *Metarhizium* spp yang berasal dari rhizosfir berbagai tanaman, yaitu :

A = bawang daun

B = bawang merah

C = kubis

D = cabai

Penempatan masing-masing perlakuan dilakukan secara acak (Lampiran 2). Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dan dilanjutkan dengan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5 %.

3.4 Pelaksanaan

3.4.1 Pengadaan Cendawan *Metarhizium* spp

3.4.1.1 Pengambilan Sampel Tanah

Cendawan *Metarhizium* spp yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari rhizosfir tanaman cabai, kubis, bawang merah, dan bawang daun di daerah Alahan Panjang, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Sumatera Barat.

Sampel tanah diambil dengan cara menggali tanah di sekitar rhizosfir tanaman dengan kedalaman 5 – 10 cm. Sampel diambil secara diagonal dengan mengambil sebanyak lima sampel. Banyak tanah yang diambil adalah 400 gram pertitik sampel. Sampel tanah tersebut digabung menjadi satu dan tanah yang didapat dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diberi label.

3.4.1.2 Isolasi dan Perbanyakan Cendawan

Isolasi cendawan *Metarhizium* spp dari tanaman menggunakan metode umpan serangga (*insect bait method*). Serangga yang digunakan sebagai umpan adalah larva *Tenebrio molitor* (ulat hongkong).

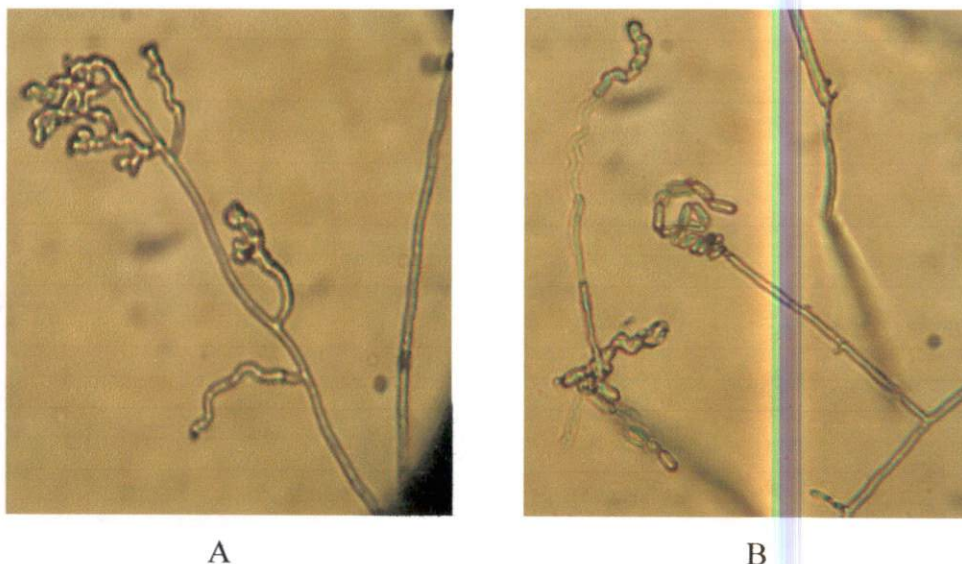
Tanah sampel tersebut terlebih dahulu dibersihkan dari perakaran tanaman, kemudian diayak menggunakan ayakan 600 mesh dan dimasukkan ke dalam kotak plastik berukuran 13 x 13 x 10 cm masing-masing sebanyak 400 g. Selanjutnya tanah dilembabkan dengan aquades steril sampai tanah kelihatan basah, kemudian dimasukkan 10 ekor larva *T. molitor* instar 3 yang baru berganti kulit (kulitnya masih berwarna putih) ke dalam kotak yang berisi sampel tanah. Larva tersebut kemudian ditutup dengan selapis tanah dan permukaan bagian atas tanah dilembabkan kembali dengan menyemprotkan aquades steril. Selanjutnya kotak ditutupi dengan potongan kain kassa yang juga telah dilembabkan. Larva *T. Molitor* diamati setiap hari sampai larva tersebut terinfeksi oleh cendawan yaitu selama 7 hari.

Larva yang terinfeksi cendawan terlebih dahulu disterilisasi permukaan dengan *Natrium hypochlorit* 1% selama 3 menit, kemudian dibilas dengan aquades steril sebanyak 3 kali dan kering anginkan di atas kertas filter steril. Larva tersebut dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi tissue lembab steril, dan inkubasikan untuk merangsang pertumbuhan cendawan entomopatogen.

3.4.2 Identifikasi Cendawan

Konidia cendawan yang keluar dari tubuh larva yang terinfeksi diambil dengan jarum ose dan dipindahkan pada media SDAY. Selanjutnya cendawan diinkubasi selama 7 hari pada suhu ruang.

Biakan cendawan yang didapat selanjutnya dimurnikan dan diperbanyak pada media SDAY. Identifikasi cendawan dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis untuk melihat cendawan *Metarhizium* spp.



Gambar 1. Bentuk mikroskopis cendawan *Metarhizium* spp. A. Percabangan Konidiofor, B. Konidia Cendawan (Perbesaran 400 kali)

3.4.3 Pembuatan Suspensi

Pembuatan suspensi cendawan dilakukan dengan cara menambahkan 5 ml aquades steril ke dalam biakan cendawan *Metarhizium* spp. Lalu konidia di lepas dari biakan dengan menggunakan kuas halus. Perhitungan kepadatan konidia dilakukan dengan bantuan *haemocytometer*.

3.4.4 Karakterisasi Morfologi Isolat *Metarhizium* spp

3.4.4.1 Warna, Bentuk, Arah, dan Ketebalan Koloni

Karakterisasi morfologi untuk melihat warna, bentuk, arah, dan ketebalan koloni cendawan *Metarhizium* spp dilakukan dengan cara menanam potongan cendawan *Metarhizium* spp berdiameter 4 mm dengan menggunakan *cork borer* kedalam media SDAY.

3.4.4.2 Pertumbuhan Koloni

Pertumbuhan koloni ditentukan dengan cara menumbuhkan potongan *Metarhizium* spp yang berdiameter 4 mm dengan menggunakan *cork borer* ke dalam cawan petri yang berisi medium SDAY dan diinkubasi pada suhu ruang. Pengukuran koloni dilakukan setiap 2 hari sekali selama 16 hari.

3.4.5 Karakterisasi Fisiologi Isolat *Metarhizium* spp

3.4.5.1 Evaluasi daya kecambah konidia

Daya kecambah konidia ditentukan dengan menggunakan metode *slide culture*. Medium SDAY dengan ukuran luas sekitar 1 cm² dan tebal 1-2 mm diletakkan di atas kaca objek steril. Di atas medium diteteskan 10 µl suspensi konidia yang mengandung 10⁶ konidia /ml yang kemudian ditutup dengan kaca penutup. Slide kultur tersebut ditempatkan di dalam cawan petri steril yang telah dilapisi dengan kertas saring lembab dan diberi penahan yaitu pipet/sedotan yang kemudian ditutup, kemudian diinkubasi selama 18 jam pada suhu ruang. Pengamatan dengan mikroskop *stereobinokuler* dengan perbesaran 400 kali. Persentase perkecambahan dihitung dari 100 konidia. Konidia dikatakan berkecambah apabila panjang tabung kecambah telah melebihi diameter konidia.

3.4.5.2 Produksi Konidia

Produksi Konidia dilakukan dengan menanamkan potongan cendawan *Metarhizium* spp pada media SDAY dan diinkubasi selama 15 hari pada suhu ruang. Biakan dalam cawan petri ditambahkan 5 ml aquades steril kemudian, divortex selama 2 menit, disaring kemudian diencerkan sampai 3 kali. Kerapatan konidia masing-masing isolat dihitung dengan *haemocytometer*.

3.4.5.3 Sensitivitas Konidia Terhadap Suhu

Sensitivitas konidia terhadap suhu ditentukan dengan cara mengambil suspensi konidia dari tiap isolat dengan konsentrasi 10^6 konidia/ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi masing-masing 5 ml. Tiap isolat diperlakukan dengan suhu 20^0 , 35^0 , 50^0 C dan tanpa perlakuan (kontrol) menggunakan *water bath* selama 10 menit. Daya kecambah konidia masing-masing isolat ditentukan menurut metode yang dilakukan pada metode evaluasi daya kecambah.

3.4.5.4 Sensitivitas Konidia Terhadap Sinar UV-C

Sensitivitas konidia terhadap sinar UV ditentukan dengan cara membiakkan isolat *Metarhizium* spp selama 15 hari di dalam cawan petri yang berisi medium SDAY. Cawan petri tersebut ditempatkan 30 cm di bawah lampu UV-C (Philips TL. 15) dengan panjang gelombang radiasi 254 nm. Pemaparan konidia terhadap sinar UV dilakukan selama 0 menit (kontrol), 30 menit, dan 60 menit. Persentase perkecambahan setelah diberi perlakuan, ditentukan menurut metode yang dikemukakan pada evaluasi daya kecambah.

3.5 Pengamatan

3.5.1 Karakterisasi Morfologi Isolat *Metarhizium* spp.

3.5.1.1 Warna, Bentuk dan Arah Pertumbuhan Koloni

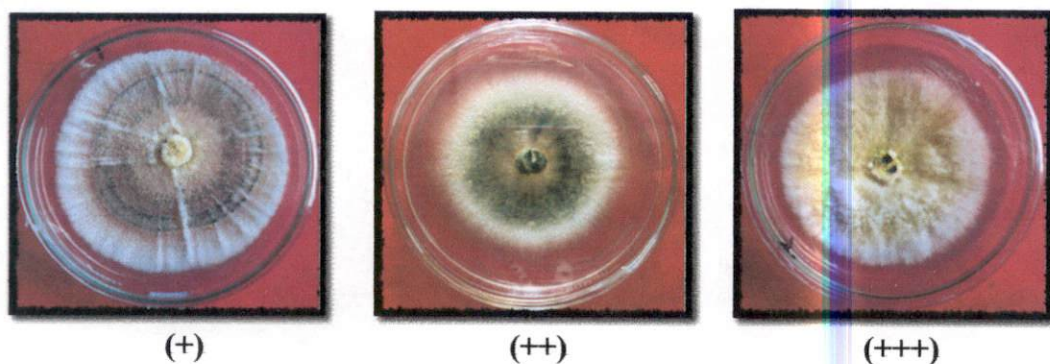
Pengamatan dilakukan secara visual terhadap warna koloni, bentuk dan arah pertumbuhan koloni saat biakan *Metarhizium* spp berumur 16 hari setelah inkubasi dalam medium SDAY.

3.5.1.2 Ketebalan Koloni

Ketebalan koloni dari masing-masing isolat *Metarhizium* spp diamati secara visual pada hari ke 16 setelah inkubasi dengan perkiraan (Tabel 1 dan Gambar 1).

Tabel 1. Perkiraan Ketebalan Koloni

Kode	Ketebalan Koloni
+	Tipis
++	Tebal
+++	Sangat Tebal



Gambar 2. Kriteria ketebalan koloni *Metarhizium* spp 16 hari setelah inkubasi

3.5.1.3 Pertumbuhan Koloni

Pengamatan pertumbuhan koloni dari masing-masing isolat *Metarhizium* spp dilakukan dengan cara mengukur diameter pertumbuhan biakan *Metarhizium* spp. Pengukuran koloni dilakukan setiap 2 hari sekali selama 16 hari.

3.5.2 Karakterisasi Fisiologi Isolat *Metarhizium* spp

3.5.2.1 Evaluasi Daya Kecambah Konidia

Pengamatan dari masing-masing isolat *Metarhizium* spp yang telah diinkubasikan selama 18 jam dengan metode *slide culture* menggunakan mikroskop *stereobinokuler*.

3.5.2.2 Produksi Konidia

Pengamatan dengan cara menghitung kerapatan konidia isolat *Metarhizium* spp setelah 15 hari inkubasi dengan menggunakan *haemocytometer*.

3.5.2.3 Sensitivitas Konidia Terhadap Sinar UV

Pengamatan dilakukan menggunakan metode evaluasi daya kecambah konidia, dimana sebelumnya konidia dipaparkan dibawah sinar UV-C dengan berbagai variasi waktu (kontrol, 30, dan 60 menit).

3.5.2.4. Sensitivitas Konidia Terhadap Suhu

Pengamatan dilakukan menggunakan metode evaluasi daya kecambah konidia, dimana sebelumnya konidia telah diberi perlakuan dengan berbagai suhu yaitu tanpa perlakuan (kontrol), 20⁰, 35⁰, dan 50⁰ C.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

4.1.1. Hasil Karakterisasi Morfologi Isolat *Metarhizium* spp.

4.1.1.1. Warna, Bentuk, Arah, dan Ketebalan Koloni

Hasil pengamatan karakteristik morfologi isolat *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman yang meliputi warna koloni, arah pertumbuhan koloni, bentuk koloni, dan ketebalan koloni pada hari ke 16 setelah inkubasi dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

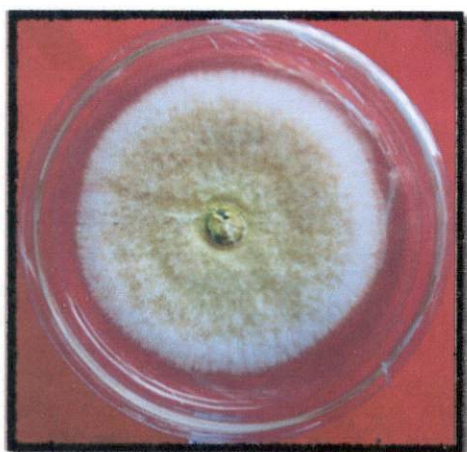
Tabel 2. Karakterisasi morfologi isolat *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman pada hari ke-16 setelah inkubasi.

Rhizosfir Tanaman	Warna Koloni	Arah/Bentuk koloni	Ketebalan koloni
Cabai	Kuning Kehijauan	Samping/Melingkar	+++
Kubis	Putih Kehijauan	Samping/Melingkar	+
Bawang Merah	Putih Kehijauan	Samping/Melingkar	++
Bawang Daun	Putih kekuningan	Samping/Melingkar	+++

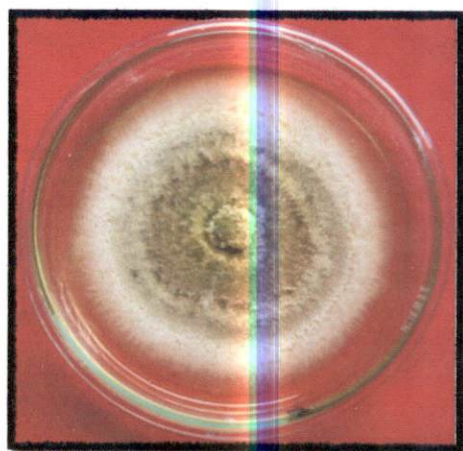
Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa isolat *Metarhizium* spp yang berasal dari rhizosfir tanaman yang berbeda memperlihatkan warna koloni yang bervariasi yaitu kuning kehijauan, putih kekuningan, dan putih kehijauan. Pada hari pertama setelah inkubasi terlihat koloni berwarna putih kemudian semakin lama umur biakan maka warna koloni menjadi hijau.

Arah pertumbuhan dan bentuk koloni cendawan *Metarhizium* spp dari masing-masing isolat yaitu ke arah samping dan bentuknya melingkar. Ketebalan koloni dari masing-masing isolat berbeda, isolat bawang daun dan cabai memiliki ketebalan koloni yang sangat tebal dibandingkan isolat lainnya.

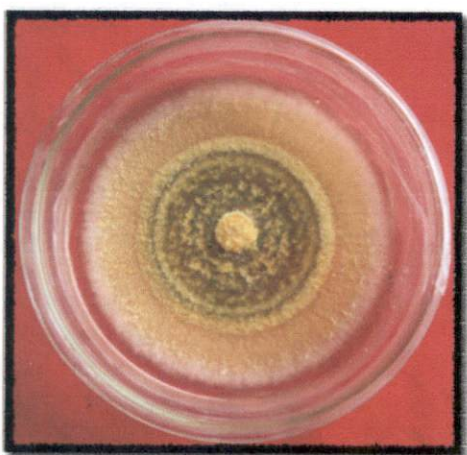
Pada Gambar 3 terlihat bahwa isolat rhizosfir tanaman bawang daun dan cabai memiliki ketebalan koloni yang sangat tebal dibandingkan dengan isolat bawang merah dan kubis. Pada isolat cabai terlihat adanya lingkaran-lingkaran atau zona yang berwarna hijau tua.



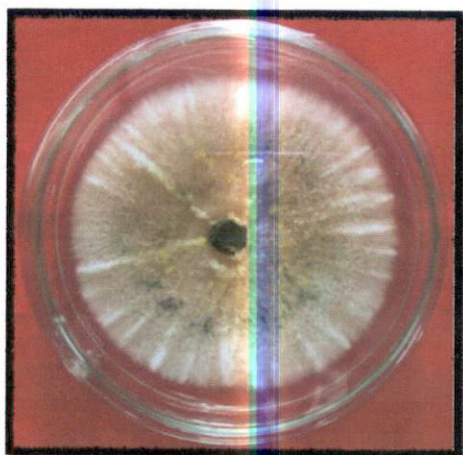
Isolat rhizosfir bawang daun



Isolat rhizosfir bawang merah



Isolat rhizosfir cabai



Isolat rhizosfir kubis

Gambar 3. Morfologi isolat *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman 16 hari setelah inkubasi.

4.1.1.2. Pertumbuhan Koloni

Hasil pengamatan pertumbuhan koloni isolat *Metarhizium* spp pada hari terakhir pengamatan (16 hari) memperlihatkan hasil berbeda tidak nyata antar isolat (Tabel 3) berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4.b) dan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

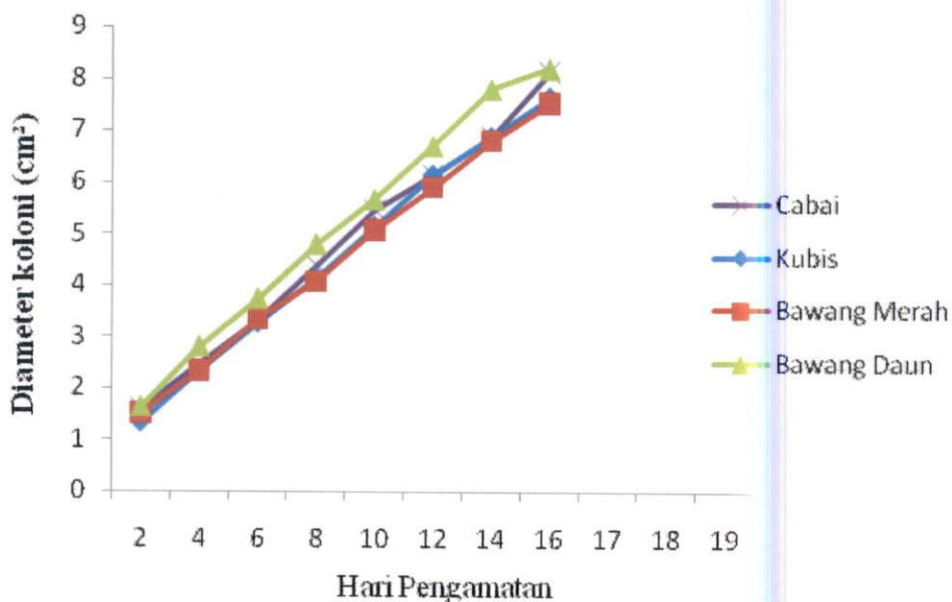
Pada Tabel 3 terlihat bahwa jenis isolat yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap diameter pertumbuhan koloni. Grafik pertumbuhan koloni masing-masing isolat pada hari pengamatan dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 3. Diameter koloni isolat *Metarhizium* spp. dari beberapa rhizosfir tanaman pada hari ke-16 setelah inkubasi.

Rhizosfir tanaman	Diameter Koloni (cm)	
Bawang Daun	8.20	a
Cabai	8.13	a
Kubis	7.63	a
Bawang Merah	7.53	a

KK = 5,64 %

Angka-angka yang terletak pada jalur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.



Gambar 4. Grafik diameter pertumbuhan koloni isolat *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa pertumbuhan *Metarhizium* spp tiap-tiap isolat tidak begitu signifikan, laju pertumbuhan setiap hari pengamatan relatif sama sampai pada hari ke 16 setelah inkubasi.

4.1.2 Hasil Karakterisasi Fisiologi Isolat *Metarhizium* spp.

4.1.2.1 Evaluasi Daya Kecambah Konidia

Hasil pengamatan daya kecambah konidia *Metarhizium* spp menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar isolat (Tabel 4) berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4.a) dan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

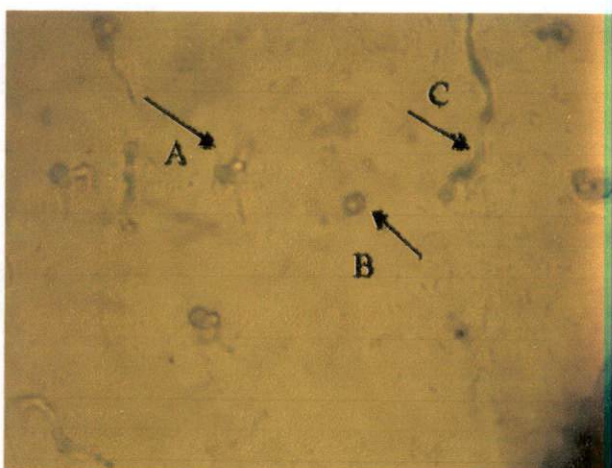
Tabel 4. Daya kecambah konidia isolat *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman 18 jam setelah inkubasi.

Rhizosfir tanaman	Daya kecambah konidia (%)	
Bawang Daun	92.66	a
Cabai	91.33	a b
Bawang Merah	89.00	b c
Kubis	87.33	c

KK = 1,76 %

Angka-angka yang terletak pada jalur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa daya kecambah konidia bervariasi antar isolat. Persentase daya kecambah konidia *Metarhizium* spp isolat rhizosfir bawang daun tertinggi dan berbeda nyata dengan isolat rhizosfir bawang merah dan kubis. Konidia *Metarhizium* spp yang berkecambah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perkecambahan konidia *Metarhizium* spp 18 jam setelah inkubasi:

- Ket : A. Konidia yang telah berkecambah
 B. Konidia yang belum berkecambah
 C. Tabung Kecambah (Perbesaran 400 kali)

4.1.2.3 Produksi Konidia

Hasil pengamatan produksi konidia *Metarhizium* spp menunjukkan hasil berbeda nyata antar isolat (Tabel 5) berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4.c) dan uji lanjut DNMRT pada taraf 5 %.

Tabel 5. Produksi konidia 15 hari setelah inkubasi.

Rhizosfir tanaman	Jumlah konidia / ml	
Kubis	3.50×10^8	a
Bawang Merah	2.83×10^8	a b
Cabai	2.33×10^8	b
Bawang Daun	0.53×10^8	c
KK = 23,51%		

Angka-angka yang terletak pada jalur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 5 terlihat bahwa jenis isolat dari rhizosfir tanaman yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap jumlah konidia yang diproduksi per ml selama 15 hari setelah inkubasi. Isolat rhizosfir kubis berbeda nyata dengan isolat rhizosfir bawang daun dan cabai.

4.1.2.4 Sensitivitas Konidia Terhadap Sinar UV

Hasil pengamatan daya kecambah konidia *Metarhizium* spp yang diberi perlakuan sinar UV menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar isolat (Tabel 6) berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4.d) dan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Pada Tabel 6 terlihat bahwa jenis isolat dari rhizosfir tanaman yang berbeda setelah diberi perlakuan sinar UV-C dengan lama penyinaran yang berbeda berpengaruh terhadap daya kecambah konidia. Perlakuan sinar UV-C selama 30 menit terlihat bahwa jenis isolat dari rhizosfir yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap daya kecambah konidia, isolat kubis berbeda nyata dengan isolat cabai. Sedangkan perlakuan sinar UV selama 60 menit terlihat bahwa jenis isolat memberikan pengaruh yang berbeda, isolat bawang daun dan kubis berbeda nyata dengan isolat cabai dan bawang merah.

Tabel 6. Daya kecambah konidia isolat *Metarhizium* spp pada berbagai variasi waktu pemaparan sinar UV-C

Rhizosfir tanaman	Rata-rata daya kecambah konidia (%)	
	UV 30 Menit	UV 60 Menit
Bawang Daun	35.00 a b	14.00 a
Cabai	28.66 b	5.66 b
Bawang Merah	33.00 a b	7.00 b
Kubis	35.33 a	12.00 a
KK (%)	10.68	23.89

Angka-angka yang terletak pada jalur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

4.1.2.5 Sensitivitas Konidia Terhadap Suhu

Hasil pengamatan daya kecambah konidia *Metarhizium* spp terhadap berbagai perlakuan suhu menunjukkan hasil yang berbeda nyata antar isolat (Tabel 7) berdasarkan analisis sidik ragam (Lampiran 4.e) dan uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Tabel 7. Daya kecambah konidia isolat *Metarhizium* spp pada berbagai perlakuan suhu.

Rhizosfir tanaman	Rata-rata daya kecambah konidia (%)		
	20°C	35°C	50°C
Bawang Daun	82.66 a	47.00 b c	5.33 a b
Cabai	85.33 a	71.33 a	4.66 b
Bawang Merah	75.00 b	56.33 b	6.66 a b
Kubis	82.00 a	44.66 c	7.66 a
KK (%)	3.24	9.48	25.11

Angka-angka yang terletak pada jalur yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang sama berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%

Pada Tabel 7 terlihat bahwa jenis isolat rhizosfir tanaman yang berbeda setelah diberi perlakuan dengan suhu yang berbeda pada masing-masing isolat berpengaruh terhadap daya kecambah konidia. Isolat yang diberi perlakuan suhu 20°C, daya kecambah isolat bawang daun, cabai, dan kubis berbeda nyata dengan isolat bawang merah. Isolat yang diberi perlakuan suhu 35°C isolat cabai berbeda

nyata dengan isolat bawang merah dan kubis. Sedangkan isolat yang diberi perlakuan suhu 50°C isolat kubis berbeda nyata dengan isolat cabai.

4.2 Pembahasan

Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa isolat *Metarhizium* spp yang berasal dari rhizosfir tanaman yang berbeda memperlihatkan warna koloni, dan ketebalan koloni yang bervariasi yaitu kuning kehijauan, putih kekuningan, dan putih kehijauan (Tabel 2). Pada hari pertama setelah inkubasi terlihat koloni berwarna putih kemudian berwarna kuning dan semakin lama umur biakan maka warna koloni berangsur menjadi hijau apabila umur biakan telah tua. Menurut Prayogo dan Tengkanan (2002) koloni cendawan ini pada awal pertumbuhannya berwarna putih, kemudian berubah menjadi hijau gelap dengan bertambahnya umur. Hasil penelitian Tangthirasun et al, (2010) mengatakan bahwa perbedaan isolat *Metarhizium anisopliae* memperlihatkan morfologi yang berbeda, koloni memiliki pigmen hijau, kuning, hijau tua, kuning muda, dan kuning sampai orange.

Pengamatan terhadap arah pertumbuhan dan bentuk koloni cendawan untuk setiap isolat sama yaitu kesamping dan melingkar (Tabel 2). Dilihat secara makroskopis pertumbuhan hifa tersusun dengan rapi kompak kesamping. Menurut Prayogo dan Tengkanan (2002) miselium bersekat, diameter 1,98–2,97 μm , konidiofor tersusun tegak, berlapis, dan bercabang yang dipenuhi dengan konidia. Pada Gambar 2 terlihat isolat cabai memiliki zona yang berwarna hijau tua. Hasil penelitian Tangthirasun et al, (2010) memperlihatkan bahwa koloni isolat *Metarhizium anisopliae* memiliki pigmen hijau/kuning dan menjadi hijau gelap dan memiliki zona. Konidia terbentuk setelah 1 minggu pertumbuhan, mula-mula berwarna putih dan menjadi hijau apabila telah masak (Gabriel dan Riyatno, 1989).

Dari hasil pengamatan pertumbuhan koloni isolat *Metarhizium* spp memperlihatkan bahwa pertumbuhan koloni tidak berpengaruh antar isolat (Tabel 3 dan Gambar 3). Hasil penelitian Hoe et al, (2009) pertumbuhan koloni *Metarhizium anisopliae* pada hari ke 14 setelah inkubasi pada media SDAY mencapai 6,17 cm dan pada media PDA mencapai 6,19 cm. Pada Gambar 3 dapat

dilihat pertumbuhan isolat *Metarhizium* spp pada media SDAY pada hari ke 14 lebih dari 6 cm. Isolat *Metarhizium* yang tumbuh lebih cepat lebih menguntungkan dalam pengembangannya sebagai agens pengendali hayati. Hal ini disebabkan karena lebih sedikit waktu yang dibutuhkan untuk memperbanyak cendawan, lebih mampu bersaing dengan mikroorganisme lain dan lebih cepat untuk menimbulkan infeksi pada serangga (Trizelia, 2005).

Daya kecambah konidia dari semua isolat bervariasi dan setelah diuji daya kecambah konidia termasuk tinggi, yaitu di atas 87.33% (Tabel 4). Hal ini menunjukkan bahwa semua isolat yang digunakan mempunyai kemampuan berkecambah yang baik. Isolat yang memiliki daya kecambah konidia yang tinggi akan mempunyai peluang yang besar untuk bisa menimbulkan infeksi dan mematikan serangga uji (Trizelia, 2005). Adanya variasi daya kecambah setiap isolat diduga disebabkan oleh adanya perbedaan kebutuhan nutrisi dari masing-masing isolat. Menurut Tanada dan Kaya (1993) dan Hatzipapas *et al.* (2002) perkecambahan konidia sangat tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu, cahaya, dan nutrisi. Menurut Prayogo *et al.* (2005) konidia akan membentuk kecambah pada kelembaban di atas 90%, konidia dinyatakan berkecambah apabila panjang tabung kecambah telah melebihi diameter konidia (Junianto dan Sukanto 1995) atau panjangnya lebih dari 3 μm (Inglis *et al.* 1999).

Adanya variasi karakter fisiologi antar isolat juga terlihat dari jumlah konidia yang diproduksi setelah diinkubasi selama 15 hari (Tabel 5). Isolat kubis memiliki kemampuan menghasilkan konidia tertinggi dibandingkan dengan isolat lainnya yaitu sebesar 3.50×10^8 konidia/ml. Isolat yang berasal dari bawang daun menghasilkan jumlah konidia terendah hingga 0.53×10^8 konidia/ml. Jika dilihat pada Tabel 4, daya kecambah konidia isolat bawang daun tertinggi yaitu 92,66 % ternyata memiliki produksi konidia yang rendah (Tabel 5) sedangkan pada isolat kubis yang memiliki kemampuan berkecambah 87,33 % ternyata memiliki kemampuan menghasilkan konidia yang tinggi. Hal ini diduga karena adanya pengaruh lama inkubasi masing-masing isolat untuk menghasilkan konidia. Menurut Dortal *et al.* (1990) produksi konidia dipengaruhi oleh substrat, suhu, dan lamanya inkubasi untuk strain *Metarhizium* dan *Beauveria*. Waktu inkubasi optimal untuk strain *M. anisopliae* adalah dua minggu. Isolat yang akan dipilih

sebagai agens pengendali hayati harus memiliki kemampuan menghasilkan konidia yang tinggi, karena konidia sangat penting untuk infeksi dan pemencaran cendawan (Trizelia, 2005).

Faktor lingkungan seperti sinar UV dan suhu juga mempengaruhi daya kecambah konidia. Daya kecambah konidia tiap isolat yang telah disinari UV-C selama 30 menit menurun sekitar 28,66-35,33% dan konidia cendawan yang disinari UV-C selama 60 menit menurun sekitar 5,66-14,00% (Tabel 6), terjadinya penurunan daya kecambah konidia akibat sinar UV diduga terjadinya kerusakan pada sel, DNA, dan sistem enzim pada cendawan yang menyebabkan kematian pada konidia. Hasil penelitian Trizelia (2005) menunjukkan bahwa konidia cendawan *Beauveria bassiana* tidak mampu berkecambah setelah diberi perlakuan sinar UV selama 30 menit. Penurunan daya kecambah konidia bervariasi tergantung pada isolat dan lama waktu pemaparan.

Schindi dan Trautinger (2004) melaporkan bahwa sinar UV dapat menurunkan daya kecambah konidia, menghambat pertumbuhan dan mengganggu proses fisiologi dari cendawan. Radiasi ultraviolet merupakan salah satu faktor lingkungan yang membatasi kelangsungan hidup dan pertumbuhan mikroorganisme pada tanaman (Beattie dan Lindow 1995). Hasil penelitian Fitra (2009) memperlihatkan bahwa persentase daya kecambah konidia *Metarhizium* sp menurun setelah pemaparan sinar UV.

Selain sinar UV, suhu juga berpengaruh terhadap daya kecambah konidia. Pada suhu 20°C konidia isolat *Metarhizium spp* yang diteliti mampu berkecambah dengan baik yaitu 75,00-85,33%. Daya kecambah konidia menurun apabila konidia diberi perlakuan suhu 35°C dan dan menurun drastis pada suhu 50°C menjadi 4,66-7,66% (Tabel 7).

Hasil penelitian Trizelia (2005) menunjukkan bahwa cendawan *Beauveria bassiana* yang diberi perlakuan suhu 35°C menurunkan daya kecambah konidia secara nyata dan konidia semua isolat tidak mampu berkecambah pada suhu 40°C. Hasil penelitian Hallworth dan Magan (1996) menunjukkan bahwa perlakuan suhu mempengaruhi kandungan poliol dan trehalosa dalam konidia dan kandungan kedua senyawa ini menurun di atas suhu 25°C dan di bawah 14°C. Poliol dan trehalosa merupakan senyawa yang berperan dalam mengatur tekanan

osmotik dan kedua senyawa ini berperan dalam mempercepat perkecambahan konidia. Kondisi lingkungan seperti suhu dapat mempengaruhi kualitas fisiologi konidia

Isolat yang di ambil dari beberapa rhizosfir tanaman berpengaruh terhadap kemampuan cendawan untuk menghasilkan konidia dan berkecambah. Menurut Dexenbichler *et al*, (1991) tanaman dari golongan Brassicaceae mengandung senyawa glucoerucin yang beracun terhadap sebagian besar Hyphomycetes, konsentrasinya tertinggi dihasilkan di bagian akar. Rask *et al*, (2000) menunjukkan bahwa isothiocyanate dari Brassicaceae menghambat perkecambahan konidia *M. anisopliae*. Dari hasil penelitian pada Tabel 4 daya kecambah konidia isolat kubis memiliki kemampuan berkecambah paling rendah.

Penyebab lain yang mungkin menghambat pertumbuhan dan perkembangan cendawan adalah karena adanya residu pestisida seperti benomyl, triadimefon, dithane M45, dan macozeb yang digunakan oleh petani di lapangan. Faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban udara d dalam tanah, serta sinar UV mempengaruhi pertumbuhan cendawan dan sporulasi (Rangel *et al*, 2004)

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan:

1. Karakter morfologi antar isolat *Metarhizium* spp yang diisolasi dari beberapa rhizosfir tanaman bervariasi untuk warna koloni dan ketebalan koloni akan tetapi untuk arah, bentuk koloni, dan pertumbuhan koloni tidak bervariasi.
2. Karakter fisiologi antar isolat *Metarhizium* spp dari beberapa rhizosfir tanaman bervariasi.
3. Faktor lingkungan seperti suhu dan sinar UV sangat berpengaruh terhadap daya kecambah konidia semakin lama waktu penyinaran UV dan semakin besar suhu perlakuan, maka semakin sedikit pula kemampuan cendawan untuk berkecambah.

DAFTAR PUSTAKA

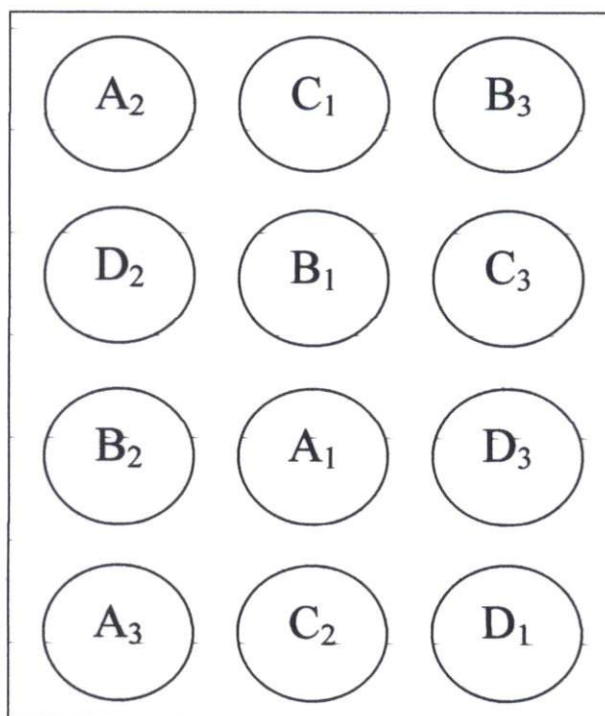
- Beattie GA, Lindow SE. 1995. The secret life of foliar bacterial pathogens on leaves. *Annu Rev Phytopathol* 33:145-172.
- Bidochka MJ, Kamp AM, de Croos JNA. 2000. Insect pathogenic fungi: from genes to populations. Di dalam: Kronstad JW, editor. *Fungal Pathology*. Netherlands; Kluwer Academic Publishers. Hal 171-193.
- Brousseau, C, G. Charpentier, and S. Belloncik. 1996. Susseptibility of Spruce Budworm, *Choristoneura fumiferana* Clemens, to Destruxins, Cyclodepsipeptidic Mycotoxin of *Metarhizium anisopliae*. *Journal of Invertebrata Pathology* 68 : 180-182.
- Desyanti dan Zulyusri. 2009. Keefektifan Cendawan Entomopatogen *Metarhizium brunneum* petch dan *Myrothecium roridum* Tode Ex Steudel Terhadap Rayap Kayu Kering *Cryptotermes* sp. (Blattodea: Kalotermitidae). *Manggaro, Vol.10 No.1 April 2009:36-40*
- Devi, P.S Vimala, Y.G. Prasad, D. Anitha Chowdary, L. Mallikarjuna Rao and K. Balakhishnan. 2003. Identification of Virulent Isolates of the Entomopathogenic fungus *Nomuraea rileyi* (F) Samson for Management of *Helicoverpa armigera* and *Spodoptera litura*. *Mycopathologia* (159) : 365-373.
- Daxenbichler ME *et al.* 1991. Glucosinolate composition of seeds from 297 species of wild plants. *Phytochemistry* 30:2623-2638.
- Dortal, B., Bosch, A., Arcas, J.A., and Ertola, R.J., 1990. High level of sporulation of *Metarhizium anisopliae* in a medium containing by-products. *Appl. Microbiotech.* 33: 712-715.
- Ferron, P. 1985. Fungal Control. *Comprehensive Insect Phisiolog. Biochem Pharmacol.* (12) : 313-346.
- Fitra, Dodi, Yarli. 2009. Patogenesitas Cendawan Entomopatogen *Metarhizium* sp. Mutan Ultra Violet Terhadap *Crocidolomia pavonana* Fabricus (lepidoptera : Pyralidae). [Skripsi]. Padang Fakultas Pertanian Universitas Andalas. 29 hal.
- Freimoser, F. M, S. Screen, S. Bagga, G. Hu, dan R. J. St. Lager. 2003. Expressed Sequence Tag (EST) Analysis of Two Subspecies of *Metarhizium anisopliae* Reveals a Plethora of Secreted Protein with Potential Activity in Insect Hosts.

- Gabriel, B. P. dan Riyanto. 1989. *Metarhizium anisopliae* Metsch. Sor. Taksonomi, Patologi dan Aplikasinya. Proyek Pengembangan Perlindungan Tanaman Perkebunan, Departemen Pertanian. Jakarta. 25 hal.
- Habazar, Trimurti. dan Yaherwandi. 2006. Pengendalian Hayati Hama dan Penyakit Tumbuhan. Andalas Univertisy Press. Padang. 390 hal.
- Hatzipapas P, Kalosaka K, Dara A, Christias C. 2002. Spore germination and appressorium formation in the entomopathogenic *Alternaria alternata*. *Mycol Res* 106(11):1349-1359.
- Herawati, Yuni, 2009. Virulensi Beberapa Isolat Cendawan *Metarhizium* spp Pada Larva *Crocidolomia pavonana*. [Skripsi]. Padang. Fakultas Pertanian Universitas Andalas.
- Inglis GD, Duke GM, Kawchuk LM, Goettel MS. 1999. Influence of oscillating temperatures on the competitive infection and colonization of the migratory grasshopper by *Beauveria bassiana* and *Metarhizium flavoviride*. *Biol Contr* 14:111-120.
- Jenkins NE, Heviefio G, Langewald J, Cherry AJ, Lomer CJ. 1998. Development of mass production technology for aerial conidia for use as mycopesticides. *Biocontr News & Inform* 19(1):21N-31N.
- JuniantoYD, Sukanto S. 1995. Pengaruh suhu dan kelembaban relatif terhadap perkecambahan, pertumbuhan dan sporulasi beberapa isolat *B. bassiana*. *Pelita Perkebunan* 11(2):64-75.
- Kassa A, Stephan D, Vidal S, Zimmermann G. 2003. Development and testing of mycoinsecticides based on submerged spores and aerial conidia of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for control of locusts, grasshoppers and storagepests. [Dissertation]. <http://wcbdoc.sub.gwdg.de/diss/2003/kassa.pdf>. [11 Oktober 2004].
- Hoe, Pik, Kheng. Choon-Fah J. Bong. Kadir, Jugah and Amartalingam, Rajan. 2009. Evaluation of *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae* (Deuteromycotina : Hyphomycetes) Isolates and their Effects on Subterranean Termite *Coptotermes curvignathus* (Isoptera : Rhinotermitidae). <http://www.scipub.org/fulltext/AJAB/AJAB44289-297.pdf>. [13 Oktober 2010].
- Milner, R. J, J. A. Staples, dan G.G Lutton. 1997. The Effect of Humidity on Germination and Infection of Termites by The Hypomycetes, *Metarhizium anisopliae*. *J. Invertebre. Phatol.*(69) : 64-69.

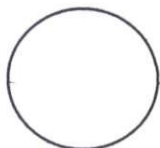
- Nugroho, Cahyo Artho. 2007. Pengaruh Penambahan Tepung Beras dan Tepung Terigu Pada Media Jagung Giling Terhadap Peningkatan Jumlah Spora Cendawan *Metarhizium anisopliae*. <http://p2aph.wordpress.com/2009/01/10/pengaruh-penambahan-tepung-beras-dan-terigu-pada-media-jagung-giling-terhadap-jumlah-spora-cendawan-metarhizium-anisopliae/>. [14 September 2009].
- Prayogo, Y. And W. Tengkan. 2002. Pengaruh Media Tumbuh Terhadap Daya Kecambah, sporulasi, dan Virulensi *Metarhizium anisopliae* (Metchnikoff) Sorokin isolat kendalpayak pada larva *Spodoptera litura*. SAINTEKS. Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Pertanian (9) 4: 233-242.
- Prayogo, Y, W. Tengkan, dan Marwoto. 2005. Prospek Cendawan Entomopatogen *M. anisopliae* Untuk Mengendalikan Ulat Grayak *S. litura* pada Kedelai. <http://www.pustakadeptan.go.id/publikasi/p3241053.pdf> J. [17 Oktober 2010].
- Rangel DEN, Braga GUL, Flint SD, Anderson AJ, Roberts DW. 2004. Variation in UV-B tolerance and germination speed of *Metarhizium anisopliae* conidia produced on insects and artificial substrates. *J Invertebr Pathol* 87:77-83.
- Rask L *et al.* 2000. Myrosinase: gene family evaluation and herbivore defense in Brassicaceae. *Plant Mol Biol* 43:93-113.
- Rusli, Rusdi, dan Trizelia. 2009. Perbanyakkan *Beauveria bassiana* pada Limbah Organik, Formulasi dan Uji Efektivitasnya Sebagai Bioinsektisida untuk Pengendalian Hama *Spodoptera exigua* Hubner (Lepidoptera:Noctuidae).
- Steinhaus, F.A. 1949. Principles of Insect Pathology. Mc Graw – Hill Book Company. New York. Toronto and London.
- Strack, B.H. 2003. Biological Control of Termites by The Fungal Entomopathogen *M. anisopliae*. 8 hal.
- Suwahyono, U., Wahyudi, P. dan Laksmi, F.G.K. 2003. Pengaruh Pemaparan Sinar Ultra Violet terhadap Pertumbuhan *Tricoderma harzianum* dan Kemampuan Mikoparasitiknya terhadap *Fusarium oxysporum*.
- Schindl, Schlosse, Trautinger. 2004. The Reciprocity Rule in Photobiology-a Review.
- Taborsky V. 1992. *Small Scale Processing of Microbial Pesticides*. FAO Agricultural Services Bulletin No. 96. Rome: Food and Agriculture of the United Nations Rome.
- Tanada Y, Kaya HK. 1993. *Insect Pathology*. Sandiego: Academic Press, INC. Harcourt Brace Jovanovich, Publisher.

- Tangthirasunun, N., Poeaim, S., Soyong, K., Sommartya, P. dan Popoonsak, S. 2010. Variation in Morfology and Ribosomal DNA Among Isolates of *Metarhizium anisopliae* from Thailand. *Jurnal of Agricultural Technology* 6(2) : 317-329.
- Trizelia. 2005. Cendawan Entomopatogen *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. (Deuteromycotyna : Hypomycetes). Keanekaragaman Genetik, Karakteristik Fisiologi, dan Virulensinya terhadap *Crocidolomia pavonana* (F). [Disertasi]. Bogor. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 125 Hal.
- Untung, Kasumbogo. 1993. Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. 273 hal.
- Yuen GY *et al.* 2002. UV-B biosimetry in turfgrass canopies. *Crop Sci* 42:859-868.

Lampiran 2. Denah Pelaksanaan Penelitian di Laboratorium Menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL)



Keterangan :



= Satuan Percobaan

A, B, C, dan D
1, 2, dan 3

= Perlakuan
= Ulangan

Lampiran 3. Cara Pembuatan SDAY

1. Bahan dan Alat

Pada pembuatan media SDAY, bahan-bahan yang digunakan adalah dekstrosa 40 gr, pepton 10 gr, ekstrak yeast 2,5 gr, aquades 1 liter, agar 15 gr/l.

Alat-alat yang digunakan yaitu gelas piala berukuran 2 liter, kompor listrik, timbangan analitik, pengaduk, dan *autoclave*.

2. Cara Pembuatan

Masukkan juga dekstrosa, pepton, ekstrak yeast dan agar kedalam gelas piala kemudian masukkan 1 liter aquades. Panaskan medium diatas kompor listrik sampai mendidih, kemudian masukkan kedalam botol masing-masing sebanyak 150 ml. Kemudian botol-botol yang berisi medium disterilkan dengan *autoclave*.

Lampiran 4. Tabel Sidik Ragam

a. Daya Kecambah Konidia *Metarhizium* spp

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hit	F Tab 5%
Perlakuan	3	50,9167	19,9722	6,79 ^{NS}	8,85
Sisa	8	20,0000	2,5000		
Total	11	70,9167			

NS : Berbeda tidak nyata

b. Pertumbuhan Koloni *Metarhizium* spp 16 hari setelah perlakuan

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tab 5%
Perlakuan	3	1,04250	0,34750	1,76 ^{NS}	8,85
Sisa	8	1,58000	0,19750		
Total	11	2,62250			

NS : Berbeda tidak nyata

c. Produksi Konidia *Metarhizium* spp

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Perlakuan	3	363,500	121,167	16,6 ^{*)}	8,85
Sisa	8	58,500	7,312		
Total	11	422,000			

*) : Berbeda nyata

d. Perlakuan Konidia Terhadap Sinar UV**1. Kontrol**

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Perlakuan	3	50,9167	16,9722	6,79 ^{NS}	8,85
Sisa	8	20,0000	2,5000		
Total	11	70,9167			

NS : Berbeda tidak nyata

2. 30 Menit

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Perlakuan	3	84,667	28,2222	2,27 ^{NS}	8,85
Sisa	8	99,333	12,4167		
Total	11	184,000			

NS : Berbeda tidak nyata

3. 60 Menit

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Perlakuan	3	142,000	47,3333	8,88 ^{*)}	8,85
Sisa	8	42,667	5,3333		
Total	11	184,667			

*) : Berbeda nyata

e. Perlakuan Konidia Perlakuan dengan Berbagai Suhu

1. Kontrol

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Perlakuan	3	50,9167	16,9722	6,79 ^{NS}	8,85
Sisa	8	20,0000	2,5000		
Total	11	70,9167			

NS : Berbeda tidak nyata

2. Suhu 20°C

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel
Perlakuan	3	174,917	58,3056	8,43 ^{NS}	8,85
Sisa	8	55,333	6,9167		
Total	11	230,250			

NS : Berbeda tidak nyata